

书 评

介绍一本新书《热固性树脂和树脂基复合材料的固化——动态扭振法及其应用》

朱平平

(中国科学技术大学高分子科学与工程系, 合肥 230026)

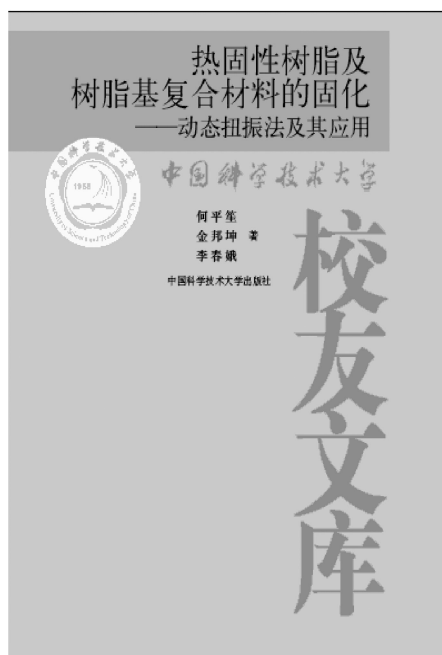
中国科学技术大学出版社近日在“当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书、中国科学技术大学校友文库”中出版了一本由何平笙、金邦坤、李春娥撰写的《热固性树脂及树脂基复合材料的固化——动态扭振法及其应用》专著^[1], 值得向读者推介。

作者从事热固性树脂及树脂基复合材料的固化近 30 年, 一直在寻求能快速、便捷测定树脂固化的方法。传统上采用化学分析、光谱分析和量热等手段来确定反应官能团的转化率, 从而了解热固性树脂的固化过程。然而在固化的最后阶段官能团消耗的增加已不明显, 致使这些分析技术的灵敏度和功能大为减小。而正是在这固化的最后阶段, 固化程度对固化产物的性能有很大影响, 在很大程度上决定了固化树脂的最佳性能。因此, 把固化研究与热固性树脂的性能(光学的、介电的、声学的以及力学性能等)直接联系起来, 将是一个既实用又简便的方法。

再进一步, 从使用角度来看, 最终使用的是树脂的力学性能。固化过程是树脂模量逐渐增加的过程。在某些分析技术灵敏度急剧下降的固化最后阶段, 其在力学强度上却有很好的反映。因此用力学的方法可以很好地研究热固性树脂的固化过程, 它可以用一个单独的试验来监测树脂从液态到固态转变的全过程, 全真地模拟整个成型工艺, 并反映树脂力学性能随温度变化的规律, 乃至得到固化反应表现动力学的参数。

在国家自然科学基金资助下, 作者采用小角度扭振的强迫振动非共振原理设计制造了一台 HLX 型树脂固化仪, 用它深入研究了多类树脂体系的固化过程, 为树脂的固化工艺的制定提供理论依据, 创立了“动态扭振法”, 为热固性树脂的研究提供了一个全新的研究方法。作者还把动态扭振法推广到了液态橡胶、有机硅橡胶、蒙脱土纳米复合材料和其它纳米复合材料的固化研究, 乃至热塑性树脂有机玻璃本体聚合的研究, 并且还把原设计制作的仪表式树脂固化仪(HLX-I 型)升级为计算机全自动控制的装置(HLX-II 型)^[2,3], 并在国内外期刊上发表中英文学术论文达 40 余篇。本书就是作者近 30 年来在热固性树脂和树脂基复合材料固化研究成果的全面总结。事实上, 由作者撰写的论文“树脂固化仪在环氧树脂固化中的应用”早在 1988 年就被全国环氧树脂行业协作组评为全国环氧树脂第二届学术年会论文发表一等奖^[4]。

全书共分 8 章, 约 36 万字。第 1 章主要介绍常见的热固性树脂、交联理论、复合作用原理和树脂基复合材料等基础知识; 第 2 章则是一般介绍基于波谱分析、基于电性能、基于热学性能、基于光纤测量、基于超声和基于力学性能的树脂固化测定方法; 第 3 章详细介绍作者设计制作的树脂固化仪, 包括原理、结构、控制电路以及数据处理方法(动态扭振法); 第 4 章作者首先把动态扭振法应用在热固性树脂黏合剂



的固化研究中。为了加深对树脂固化机理的了解和尽量使固化研究建立在固化理论的框架内,作者撰写了树脂固化过程理论预估的第 5 章,内容包括 Flory 凝胶化理论、Hsieh 非平衡态动力学涨落理论、Avrami 相变理论 WLF 方程和基于 DSC 方法的动力学模型。以下的三章则是动态扭振法分别在树脂基复合材料固化中的应用、在树脂基蒙脱土纳米复合材料固化中的应用以及动态扭振法的其它应用。作者深入研究多类树脂体系的固化过程,建立从扭振实验结果求取固化参数,优化固化工艺条件的一整套方法,已有效地应用于工业生产中。

全书的具体内容包括:(1)确定最佳固化体系,包括最佳树脂-固化剂配比、最佳固化温度和固化时间;(2)为工厂的已有固化体系做进一步的优化,以及确定单组分黏合剂的储存期;(3)求取树脂固化剂体系固化反应的表观活化能;(4)求取固化反应其它表观动力学参数,包括反应级数,凝胶点时的反应程度;(5)粉状填料对树脂固化反应的影响;(6)玻璃纤维增强复合材料的固化;(7)蒙脱土纳米复合材料的固化;(8)热塑性塑料有机玻璃及其复合材料的本体聚合;(9)液态聚氨酯橡胶的固化;(10)互穿网络高聚物的交联;(11)固化过程的理论预估。

书中提出的“具有相同化学指标的树脂(即同一品种、不同批号的产品),它们的固化条件可能是不一样的,在使用时要先行测定,从学术观点来看,对于商用的树脂,不但要求有化学成分,还要提供它们的固化指标”的观点,值得我们重视和思考。

总之,该书全面阐述热固性树脂体系固化理论和研究方法,具有理论结合实践、应用实例丰富和可读性强等特点。将为高等院校、科研生产单位从事高分子材料和复合材料专业提供一本有价值的参考书。

参考文献:

- [1] 何平笙,金邦坤,李春娥著,《热固性树脂及树脂基复合材料的固化——动态扭振法及其应用》,合肥:中国科学技术大学出版社,2011.
- [2] 姚远,陈大柱,何平笙. 功能高分子学报,2004,17(4):661~665.
- [3] 何平笙,李春娥. 现代科学仪器,1999,(6):17~20.
- [4] 何平笙,李春娥. 热固性树脂,1988,(4):27~31.